



Dagvattenutredning för del av Södermalm 2:8, Stockholm

Byggnadsfirman Erik Wallin AB

2021-09-14

TITEL	Dagvattenutredning för del av Södermalm 2:8, Stockholm
RAPPORTNUMMER	2021-1707-A
BESTÄLLARE	Byggfirman Erik Wallin AB
UPPDRAGSANSVARIG	Maja Granath, WRS
FÖRFATTARE	Tova Forkman Fahlgren, Lukas Rehn och Maja Granath, WRS
GRANSKNING	Jonas Andersson och Maja Granath, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2017-11-06 reviderad 2018-02-16 och 2021-09-14
OMSLAGSBILD	Maja Granath

Sammanfattning

Byggnadsfirman Erik Wallin AB planerar att bygga två fastigheter i slänten mellan Övre och Nedre Lundagatan på Södermalm i centrala Stockholm. I dagsläget utgörs området framför allt av en bergig, delvis bevuxen slänt. Utredningsområdet omfattar två fastigheter om totalt ca 1000 m².

Geologiskt bedöms området bestå av berg i dagen, utfyllt med sprängsten och friktionsjord. Topografiskt lutar området från Övre Lundagatan till Nedre Lundagatan, med en höjdskillnad på ca 6 m. Dagvatten avrinner via det kombinerade avloppsledningsnätet till Henriksdalsverket med Strömmen/Saltsjön som recipient. Vid kraftiga flöden kan ytavrinning avrinna topografiskt till Årstaviken. Avrinning från den östra byggnaden kommer att ledas via avloppssystemet österut medan avrinning från den västra byggnaden kommer att ledas västerut, men med samma slutdestination.

I och med den ökade andelen hårdgjorda ytor på slänten beräknas flödet från området öka. För att klara Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering behöver 20 mm nederbörd fördröjas från området. För detta krävs en utjämningsvolym på 9,8 m³ för det västra huset och 10,2 m³ för det östra.

Även mängderna av förorenande ämnen transporterade till recipienten kommer att öka.

För att fördröja 20 mm vatten och minska föroreningsbelastningen föreslår vi att dagvatten hanteras på två olika sätt. Dagvatten från takytorna hanteras genom etablering av gröna tak. Med ett bra val av tak och korrekt installation och underhåll kan 20 mm vatten fördröjas. Dagvatten från övriga ytor (takterrasser och uteplatser) hanteras genom att terrasserade nedsänkta växtbäddar byggs längs husens kortsidor. Vatten leds från ytorna till växtbäddarna och infiltrerar där till dräneringsledning. Ytan som är tillgänglig är olika för varje hussida, men med en nedsänkning på minst 21 cm kan tillräckligt mycket dagvatten fördröjas. Eftersom olika stora ytor är tillgängliga för dagvattenhantering behöver växtbäddarna på varje hussida ta emot en proportionerlig mängd dagvatten. Dagvatten från de åtgärderna kopplas sedan samman med det kombinerade avloppsledningsnätet.

Med vårt förslag fördröjs och renas 20 mm regn. Reningseffekten riskerar att inte fullständigt kompensera för exploateringen, framför allt vad gäller kväveutsläpp från de gröna taken. Ökningen i föroreningsbelastning kan dock minimeras genom rätt skötsel. Eftersom dagvattnet leds till det kombinerade avloppsledningsnätet kommer det även att renas i Henriksdals reningsverk. Med föreslagna åtgärder följs Stockholms stads riktlinjerna för dagvattenhantering.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte	6
2	Bakgrund	6
2.1	Riktlinjer för dagvattenhantering	6
2.2	Geologi och hydrologi.....	8
2.3	Befintlig dagvattenhantering	8
2.4	Recipients	9
2.5	Befintlig markanvändning och planerad exploatering.....	10
3	Flödes- och föroreningsberäkningar	12
3.1	Flödesberäkningar	12
3.2	Föroreningsbelastning	14
4	Åtgärdsförslag	15
4.1	Gröna tak – dimensionering och utformning.....	17
4.2	Terrasserade växtbäddar – dimensionering och utformning.....	17
4.3	Magasinsbehov.....	19
4.4	Beräknat flöde med åtgärdsförslag.....	20
4.5	Beräknad föroreningsbelastning med åtgärdsförslag	21
4.6	Risk för hydraulisk instängda områden.....	22
5	Slutsatser	22
	Referenser	23
	Bilaga 1. Föroreningsbelastning för åtgärdsförslag	24

1 Inledning

Byggnadsfirman Erik Wallin AB arbetar med detaljplanen för två planerade flerfamiljshus på Södermalm i Stockholm (Figur 1). Området som ska bebyggas ligger mellan Övre och Nedre Lundagatan och utgörs idag till stora delar av en slänt. Området består i dagsläget av trottoarer, träd och annan växtlighet (Figur 2).



Figur 1. Lundagatan ligger på nordvästra delen av Södermalm. Källa bild och karta: Eniro.se.



Figur 2. Utredningsområdet utgörs idag av en brant bevuxen slänt. Foto: WRS (2017-10-30).

1.1 Uppdrag och syfte

Uppdraget går ut på att utreda hur ändrade dagvattenflöden kan omhändertas efter exploatering på slänten mellan Övre och Nedre Lundagatan. Den planerade bebyggelsen utgörs av två flerfamiljshus, placerade på två olika fastigheter i området mellan Övre och Nedre Lundagatan. I detaljplanearbetet är hanteringen av dagvatten en viktig fråga för att dels undvika skador på infrastruktur till följd av översvämning och dels för att uppfylla de krav som ställs av Stockholm Stad på fördröjning och rening av dagvatten. I denna rapport belyser vi följande områden som berör dagvatten:

- Beräkning av förändringen i dagvattenflöde och föroreningsbelastning till följd av planerad bebyggelse.
- Principer för lokal dagvattenhantering för fördröjning och rening inom planområdet (LOD).
- Belysning av eventuellt hydrauliskt instängda områden eller riskområden.

2 Bakgrund

I detta avsnitt beskrivs områdets förutsättningar för lokal hantering av dagvatten.

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Stockholms stads dagvattenstrategi håller fokus på vattenkvalitet och att nyttiggöra dagvattnet samt att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en allt tätare stad (Vall m.fl., 2015). Strategin gäller vid all om- och nybyggnation, och för åtgärder i befintlig miljö.

Utgångspunkten i dagvattenstrategin är att vattnet är en resurs. Växtlighet och mark har en naturlig förmåga att rena vatten och jämna ut vattenflöden.

Genom att ta hand om dagvattnet nära platsen där det uppstått kan staden bli grönare, samtidigt som det gröna bidrar med rening och flödesutjämning. I linje med Stockholms dagvattenstrategi har riktlinjer för dagvattenhantering i kvartersmark tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar (Stockholm Stad, 2016). Grundprincipen är att dagvatten som uppstår på kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvartersmarken. Hanteringen ska vara fokuserad på enkla och småskaliga lösningar. Följande mål har satts upp för en hållbar dagvattenhantering:

Stockholm Stad har tagit fram fyra mål för en hållbar dagvattenhantering (Vall m.fl., 2015):

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
3. Resurs och värdeskapande för staden
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

För att uppnå dessa mål har principer för dagvattenhantering framarbetats. Nedan presenteras ett urval av principer, relevanta för denna utredning:

- I första hand ska åtgärder vidtas vid källan så att dagvattnet inte förorenas.
- I andra hand ska dagvatten hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark och allmän mark.
- I tredje hand ska dagvatten renas i anläggningar som samlar vatten från flera källor.
- Vid nybyggnation, samt så långt som möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön, ska sekundära avrinningsvägar identifieras. Plats ska ges för dagvattnet genom höjdsättning av mark och placering av byggnader och infrastruktur.
- Dagvatten ska användas för bevattning av gatuträd och planteringar.
- Öppna dagvattenlösningar ska integreras i parker och grönområden.

Stockholm stad har tagit fram en åtgärdsnivå som ska tillämpas för dagvatten vid all ny- och större ombyggnation (Vall m.fl., 2016).

Åtgärdsnivån bygger på beräkningar som visar att ett fördröjande steg som klarar att utjämna 20 mm nederbörd kan minska föroreningsbelastningen från dagvatten med 70–80 %. Anläggningar som kan magasinera 20 mm nederbörd från en förutbestämd yta kan ta hand om ca 90 procent av årsnederbörden och därmed bidra med rening i nivå med av Stockholm Vattens identifierade behov för att nå MKN¹.

Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolyms på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolyms utformas som en permanentvolyms eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. En mindre våtvolyms kan accepteras i de fall anläggningen ändå kan uppnå syftet med åtgärdsnivån. Förväntad funktion och reningseffekt ska kunna redovisas. Det är viktigt att dagvattenanläggningarna utrustas med

¹ Se avsnitt 2.4.

bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm kan hanteras. Lokalfördröjning av dagvattnet bidrar med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

2.2 Geologi och hydrologi

Ingen geoteknisk undersökning har utförts i området (Iterio AB, 2015). Ett projekteringsunderlag togs fram av Hillstatik AB 20156. I projekteringsunderlaget gjordes en inventering av Stockholm Stads geoarkiv och bedömningen är att området utgörs av ett bergsområde som fyllts ut i etapper (Figur 3). Fyllningen bedöms i huvudsak bestå av friktionsjord och sprängsten och vara som störst vid övre Lundagatan där den bedöms uppgå till ca 2 meter.

Enligt byggnadsgeologiska kartan finns inte några större sprick- eller krosszoner i närområdet. Området ligger inte inom ett avrinningsområde till en grundvattenförekomst.



Figur 3. Jordarter inom utredningsområdet. Rött motsvarar berg i dagen och blått motsvarar morän. Den gula ovalen visar var utredningsområdet ligger. Källa karta: Byggnadsgeologiska kartan (Iterio AB, 2015).

2.3 Befintlig dagvattenhantering

Området avvattnas idag i huvudsak till ledningar som ingår i ett kombinerat ledningssystem där dagvatten blandas med övrigt avloppsvatten som går till Henriksdals reningsverk. Rakt genom området går en ytvattendelare som gör att vatten avrinner både åt öster och väster (Figur 4), men i båda fallen till det kombinerade systemet (se avsnitt 2.4).



Figur 4. Befintlig dagvattenhantering i området. Området delas av en ytvattendelare som avleder ytvatten åt öster och väster. Detsamma gäller för ledningssystemet där dagvatten avleds i kombinerade avloppsledningar. Ledningarnas placering och höjdangivelser är inte exakta, för exakt placering se ledningskarta från Stockholm Stad. Källa ortofoto: Google maps, 2021.

2.4 Recipienter

Utredningsområdet ligger inom Årstavikens avrinningsområde, men eftersom det mesta av årsavrinningen avleds i det kombinerade avloppsledningssystemet till Henriksdalsverket är Strömmen/Saltsjön den mottagande recipienten, då verket har sitt utlopp där. Strömmen är en statusklassad vattenförekomst (Strömmen, SE591920-180800) och omfattas av EU:s ramvattendirektiv (VISS, 2021). Strömmen har enligt miljö kvalitetsnormen (MKN) i VISS statusklassificering *otillfredsställande ekologisk status* på grund av för höga halter av växtplankton, kväve, fosfor, koppar och zink och otillfredsställande bottenfauna. Strömmen har fått undantag och målet för 2027 är att nå *måttlig ekologisk status*. Strömmen uppnår inte heller *god kemisk status*. Utöver kvicksilver och bromerad difenyleter som överstiger gränsvärden men har mindre stränga krav överskrider gränsvärdena för antracen, blyföreningar och tributyltenn föreningar. De stora påverkanskällorna till recipienten är Henriksdals och Bromma reningsverk och industrier. Som diffus källa nämns urban markanvändning till vilken dagvatten räknas.



Figur 5. Ytavrinningsområde. OBS: det mesta dagvatten från området avrinner i kombinerat ledningsnät till Strömmen via Henriksdals reningsverk. Endast vid höga flöden kan ytvatten avrinna mot Årstaviken. Källa: VISS (2017-10-04)

2.5 Befintlig markanvändning och planerad exploatering

Området utgörs idag av en brant slänt mellan Övre och Nedre Lundagatan. Inom den aktuella delen av slänten ligger idag två trappor, en nätstation och en tryckstegringsstation, se Figur 6. Den västra trappan ligger inom utredningsområdet för det västra huset och kommer att ersättas med en ny trappa lite längre västerut efter exploatering. Den planerade exploateringen omfattar två mindre områden där ett flerfamiljshus ska byggas på vardera platsen, se Figur 7. Sett från Nedre Lundagatan kommer husen att uppföras i fyra våningar – tre större och en mindre våning längst upp, omgiven av en takterrass. Mindre uteplatser/entrétytor kommer att byggas längs Övre Lundagatan. Utmed varje hus kortsida lämnas tomma ytor inom utredningsområdet för att möjliggöra lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) från husen. Ytorna är på 1,5 x 11,7 m och 1,0 x 8,0 m för västra huset, samt 1,5 x 3,8 m och 1,5 x 11,7 m för östra huset.



Figur 6. Befintlig markanvändning med utredningsområdesgräns, befintliga byggnader och hårdgjorda ytor på slänten. Den befintliga trappan inom västra husets område kommer att tas bort och ersättas av en trappa lite längre västerut. Källa ortofoto: Google maps, 2021.



Figur 7. Planerad exploatering på Lundagatans slänt. De två husen har liknande utformning med tre våningar i suterräng och en fjärde, mindre våning högst upp. Inom utredningsområdesgränserna har fyra mindre ytor lämnats intill husens kortsidor för lokalt omhändertagande av dagvatten från husen. Källa ortofoto: Google maps, 2021.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

I detta avsnitt presenterar vi nutida och framtida situation av flöden och föroreningsbelastning från området i och med den planerade exploateringen och förväntade klimatförändringar.

3.1 Flödesberäkningar

Utredningsområdet är uppdelat på två fastigheter om totalt ca 1040 m². Dagvattnet från den västra fastigheten avrinner västerut och dagvattnet från den östra fastigheten avrinner österut.

Området utgörs idag av ett grönområde med inslag av berg i dagen samt en del trottoarytor. Den nuvarande avrinningskoefficienten har bedömts vara ett mellanting mellan två markanvändningskategorier i Svenskt Vattens publikation P110; ”starkt lutande parkmark utan nämnvärd vegetation” 0,4 och ”park med rik vegetation” 0,1 (Svenskt Vatten, 2016). Utifrån dessa kategorier är avrinningskoefficienten för området satt till 0,3 i flödesberäkningarna (nuläge). Vid den planerade västra fastigheten finns också en trappa som har kategoriserats som ”betong- eller asfaltyta” med avrinningskoefficient 0,8.

Markanvändning efter exploatering utgörs av takytorna på flerfamiljshusens översta våning, takterrasser på husens tredje våning, uteplatser/entrétytor, samt de obebyggda ytorna på husens kortsidor, se Figur 7. För tak och takterrasser användes avrinningskoefficienten 0,9, motsvarande kategorin *taktytor* i P110 (Svenskt Vatten, 2016). För uteplatser valdes koefficienten 0,8, motsvarande *betong eller asfalt*. För planteringarna på husens kortsidor

användes koefficienten 0,4; samma koefficient som för slänten innan exploatering. För markanvändning före och efter exploatering för de två fastigheterna tillsammans, se Tabell 1.

Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering. Areor redovisas för båda fastigheterna tillsammans.

Markanvändning	Area [m ²]	Avr. koeff [-]	Reducerad area [m ²]
<i>Nuläge</i>			
Slänt	996	0,3	299
Trappa (betong/asfalt)	41	0,8	33
Summa nuläge	1037	0,32	332
<i>Efter exploatering</i>			
Takyta	674	0,9	607
Takterrass (tak)	251	0,9	226
Uteplats (betong/asfalt)	62	0,8	50
Slänt	49	0,3	15
Summa efter exploatering	1037	0,87	898

För beräkning av dimensionerande flöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i P110 (Svenskt Vatten, 2016). Rationella metoden är en statistisk överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 50 ha) med liknande rinntider inom området.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(tr)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid (T) och dimensionerande varaktighet (tr)

kf = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf$$

Areor (A) och avrinningskoefficienter (φ) har använts enligt Tabell 1.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som är 10 minuter både före och efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet.

Nederbördsintensiteten beror på återkomsttiden (T), som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. Här har dimensionerande flöden beräknats för regn med 10 års återkomsttid enligt Stockholm stads riktlinjer.

Slutligen används en klimatfaktor (kf) i den rationella metoden för att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden. I Svenskt Vattens P110 (2016) rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme. Samtliga indata som användes för flödesberäkningarna redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Indata för beräkning av dimensionerande flöden.

Ingående parameter	
Återkomsttid [månader (år)]	120 (10)
Längsta rinnlängd [m]	30
Vattenhastighet [m/s]	0,1
Rinntid [min]	10
Varaktighet [min]	10
Regnintensitet utan kf och fördröjning [l/s, ha]	228
Klimatfaktor [-]	1,25

I Tabell 3 redovisas resultaten av flödesberäkningar för nutida och framtida markanvändning, för ett 10-årsregn. Flödena redovisas både uppdelade utifrån om avrinningen sker västerut eller österut och summerad. Det dimensionerande dagvattenflödet från hela området sammanlagt förväntas öka från 9,4 l/s till 27,0 l/s (inräknat klimatfaktor) om inga åtgärder vidtas, vilket motsvarar en ökning med ca 190 %. Detta beror på att den delvis bevuxna slänten som har relativt låg påverkan på flöden ersätts med hårdgjorda ytor med större påverkan. Flödena västerut respektive österut är i stort sett lika.

Tabell 3. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder.

	Area [m ²]	Reducerad area [m ²]	10-årsregn exkl. kf [l/s]	10-årsregn inkl. kf [l/s]
<i>Nuläge</i>				
<i>Avrinning åt väster</i>	509	173	3,9	4,9
<i>Avrinning åt öster</i>	528	158	3,6	4,5
<i>Summa</i>	1037	332	7,5	9,4
<i>Efter exploatering</i>				
<i>Avrinning åt väster</i>	509	440	10,0	12,5
<i>Avrinning åt öster</i>	528	508	11,6	14,5
<i>Summa</i>	1037	898	21,6	27,0

3.2 Föroreningsbelastning

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (Stormtac, 2021). Beräkningarna i verktyget görs utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar. Detta gör att resultaten inte bör avläsas i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 594 mm använts (SMHI Vattenwebb, 2021). För kategorisering av markanvändningsslag har nuvarande markanvändning bedömts motsvara kategorierna parkmark (slänten) och asfaltyta (trappan) i Stormtac. För framtida markanvändningen valdes kategorierna parkmark (slänten), takyta (tak och takterrasser) och betongplatta (uteplatser) i Stormtac. Avrinningskoefficienter har satts som Stormtacs standardvärden för alla markanvändningstyper utom parkmarken, där koefficienten ändrades

från 0,1 till 0,3 för att reflektera släntens branta lutning. Belastning för nio standardämnen (P, N, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, SS) redovisas för båda husen tillsammans i Tabell 4 som mängd ± osäkerheten. Osäkerheten beräknas av Stormtac baserat på data från litteraturstudier och en studie av Stortacs databas (Stormtac, 2020). Osäkerheten uppgick generellt till ca 40 % av mängderna.

Stormtac visar att belastningen från utredningsområdet ökar för samtliga föroreningar.

Tabell 4. Beräknad närings- och föroreningsbelastning (mängd ± osäkerhet) innan och efter exploatering utan LOD, för båda husen tillsammans. Fetmarkerade värden motsvarar ämnen som ökar efter exploatering.

Ämnen	Nuläge [g/år]	Efter exploatering [g/år]	Förändring [g/år]
P	48 ± 15	90 ± 28	42
N	300 ± 81	700 ± 210	400
Pb	1,2 ± 0,4	1,4 ± 0,5	0,27
Cu	2,6 ± 0,8	4,5 ± 1,4	1,9
Zn	5,3 ± 1,5	16 ± 4,7	10,2
Cd	0,06 ± 0,02	0,4 ± 0,1	0,35
Cr	0,7 ± 0,2	2,1 ± 0,7	1,4
Ni	0,5 ± 0,1	2,4 ± 0,7	1,9
SS	5100 ± 1400	13 000 ± 4100	7800

* För att föroreningsbelastningen inte ska öka jämfört med innan detaljplaneläggning

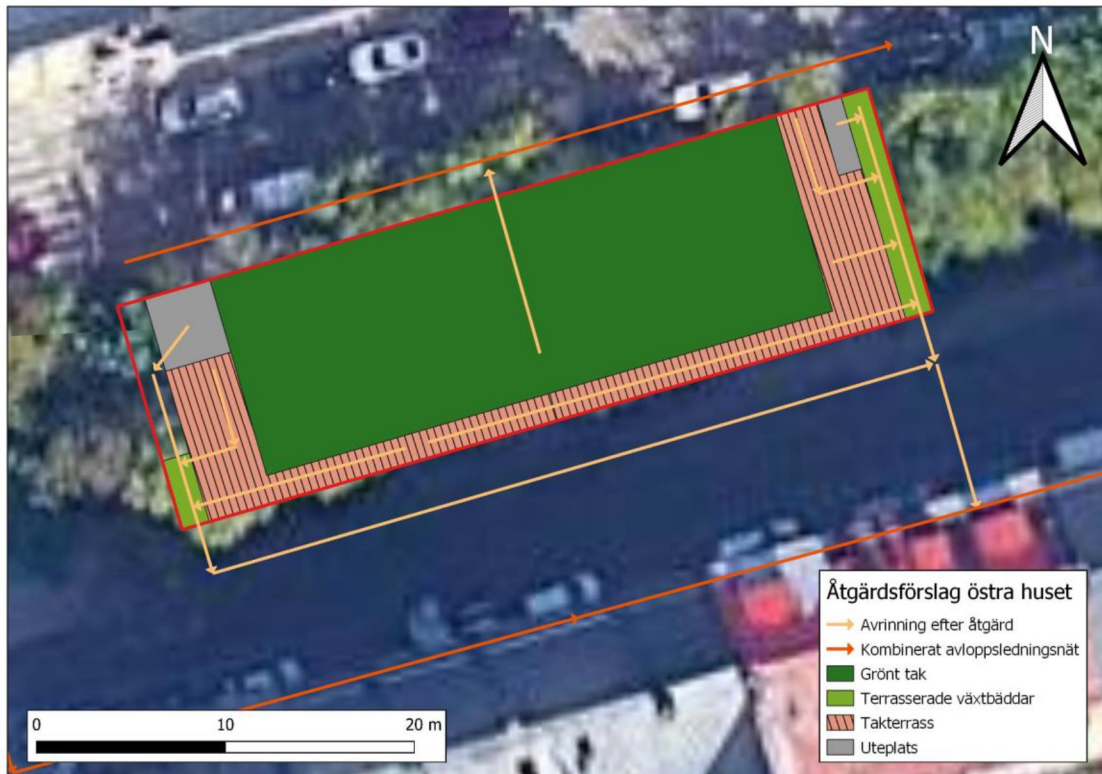
4 Åtgärdsförslag

Enligt åtgärdsnivån i Stockholm Vattens riktlinjer krävs en utjämningskapacitet på 20 mm nederbörd vid större om- och nyexploatering. Det finns flera metoder för att utjämna nederbörd. För att också skapa möjlighet till rening av dagvatten bör magasinerna bygga på mark- eller växtbaserade anläggningar. I detaljplanen för exploateringen på Lundagatan är areorna som kan användas för dagvattenhantering begränsade till takytor och grönytorna på husens kortsidor. Vi föreslår att dagvatten från takytorna hanteras genom etablering av gröna tak och att dagvatten från övriga ytor (takterrasser och uteplatser) hanteras i terrasserade växtbäddsystem som etableras på grönytorna, se Figur 8 och Figur 9. Vi förutsätter alltså att takterrasser och uteplatser höjdsätts så att dagvatten avleds mot växtbäddarna. Dagvatten från växtbäddarna kopplas sedan på det kombinerade avloppsledningsnätet längs Nedre Lundagatan och leds vidare västerut (för västra huset) respektive österut (för östra huset). Taken förväntas luta mot Övre Lundagatan, så dagvatten från takytorna leds till det kombinerade avloppsledningsnätet på Övre Lundagatan och därifrån vidare västerut respektive österut.

Eftersom växtbäddarna är olika stora på varje sida så behöver takterrasserna höjdsättas så att en proportionerlig mängd vatten avrinner till respektive växtbädd.



Figur 8. Åtgärdsförslag för det västra huset. På taket fördröjs dagvatten i moss-sedum-matta innan det avvattnas till Övre Lundagatan. Vatten från takterasser och uteplatser rinner till terrasserade växtbäddar på respektive kortsida. Allt vatten leds sedan till det befintliga ledningsnätet. Källa ortofoto: Google maps, 2021.



Figur 9. Åtgärdsförslag för det östra huset med samma principiella utformning som det västra huset. Källa ortofoto: Google maps, 2021.

4.1 Gröna tak – dimensionering och utformning

De gröna taken bör väljas så att substratet kan omhänderta 20 mm regn. Eftersom takytorna inte tar emot vatten från några omkringliggande ytor så räcker det att systemet kan hantera vatten från endast takytorna. Beställaren planerar att använda ett grönt tak med 30 mm Xeroflor moss-sedum (XMS)-lager ovanpå 25 mm Nophadrain 5+1 dräneringsmatta, med en taklutning på maximalt 4°. Ett sådant system har enligt VegTechs specifikationer möjlighet att omhänderta 20 l vatten per m² grön takyta (Veg Tech, 2019), vilket motsvarar 20 mm. För en exempelbild över ett grönt tak, se Figur 10.



Figur 10. Exempelbild på grönt tak i Sollentuna. Foto: WRS (2005-08-07).

4.2 Terrasserade växtbäddar – dimensionering och utformning

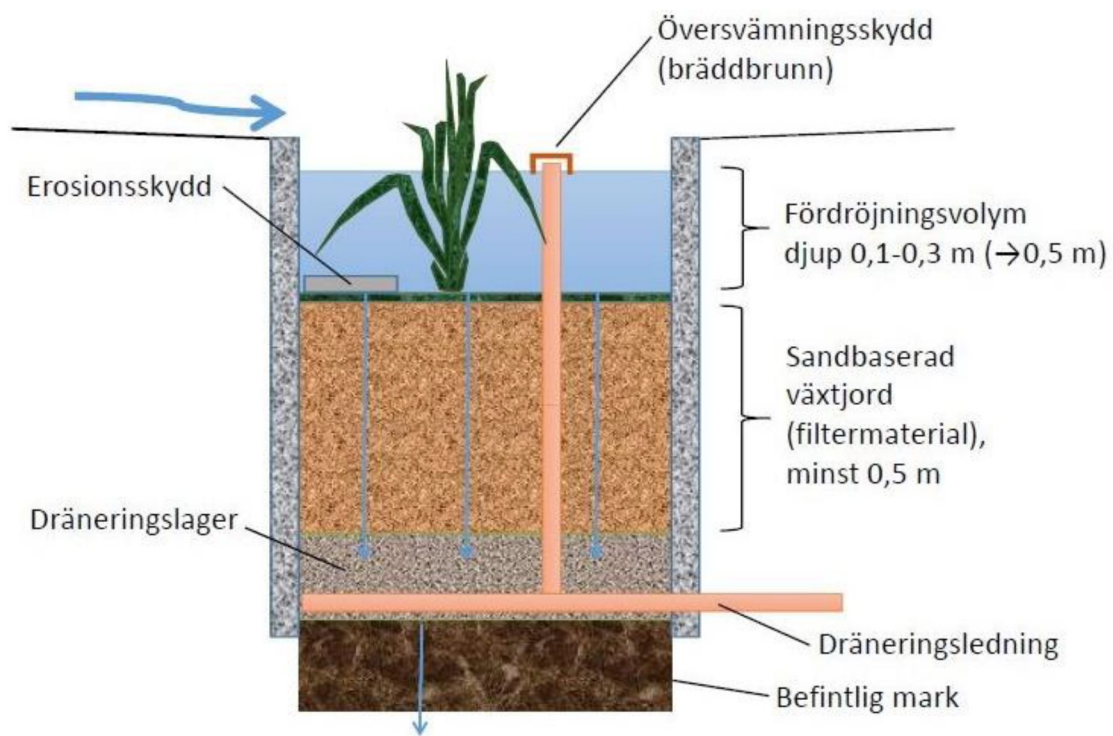
Ytan som kan användas för fördröjning och rening av vatten har antagits vara 1,0 x 11,7 m och 0,5 x 8 m för västra huset, och 1,0 x 3,8 m och 1,0 x 11,7 m för östra huset. Med dessa mått är den användbara ytan något mindre än de totala tillgängliga dimensionerna för att göra utrymme för exempelvis kantsten runt om utan att överskrida de maximala ytorna. Djupet på nedsänkningen av växtbäddarna behöver således väljas så att växtbädden kan omhänderta dagvatten motsvarande 20 mm regn. Med ett djup i det ytliga magasinet på minst 21 cm erhålls en tillräcklig volym (se avsnitt 4.3). För en exempelbild över en växtbädd, se Figur 11. För en schematisk skiss över hur en nedsänkt växtbädd är uppbyggd, se Figur 12.

Eftersom slänten lutar brant mot Nedre Lundagatan föreslår vi att växtbäddarna anläggs i terrasser, se principskisser i Figur 13 och Figur 14. Flera mindre växtbäddar kan på så sätt placeras bredvid varandra och ta emot vatten från olika segment av takterrasserna och uteplatserna. Hur många växtbäddar som behövs och hur stor andel av arean som tillfaller respektive växtbädd beror på släntens lutning. Takterrasser och uteplatser behöver höjdsättas så att vatten naturligt rinner mot växtbäddarna. För att undvika ett långt fall vid takterrassens nedre kant kan vatten förslagsvis ledas till en hängränna innan det leds vidare till växtbädden.

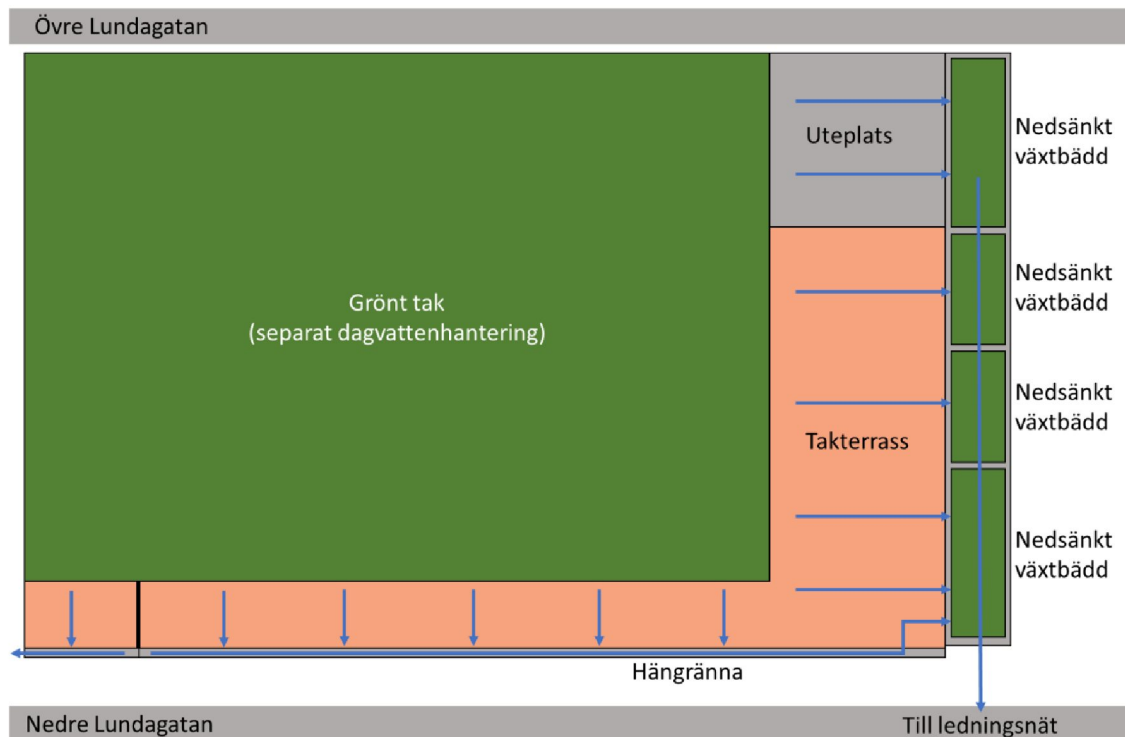
De tillgängliga ytorna är olika stora, så olika mycket dagvatten kan ledas till de olika sidorna. Mängden vatten som leds till respektive växtbäddssystem behöver vara proportionerlig mot växtbäddens yta.



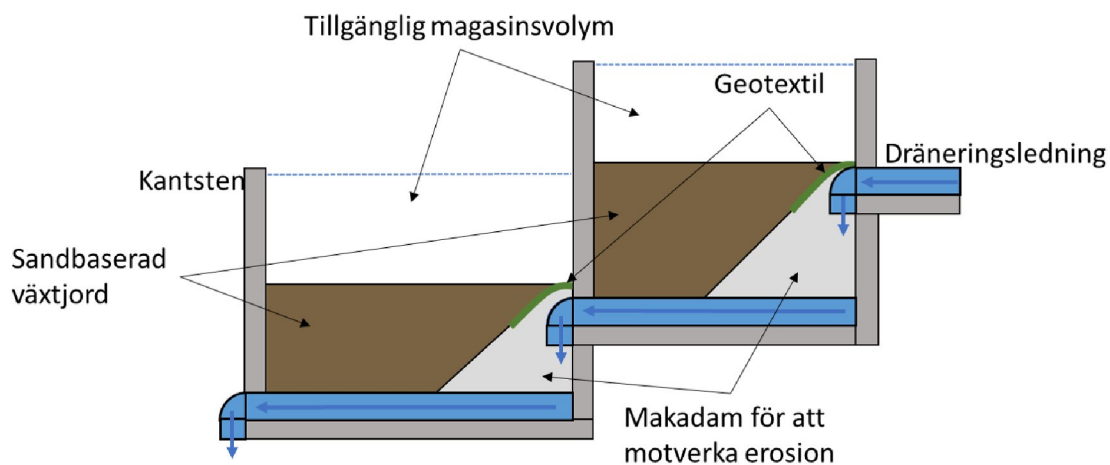
Figur 11. Exempelbild på nedsänkt växtbädd i Uppsala. Foto: WRS (2019-09-20).



Figur 12. Principskiss över nedsänkt växtbädd. Källa: WRS.



Figur 13. Principiell skiss över det terrasserade nedsänkta växtbäddssystemet på en sida av ett av husen. Dagvatten (blå pilar) förväntas avrinna till de olika växtbäddarna med hjälp av lämplig höjsättning. Källa: WRS (2021-07-05).



Figur 14. Principiell skiss över hur terrasserade nedsänkta växtbäddar kan designas. Dagvatten kan ledas till varje växtbädd och infiltrerar där till dräneringsledningen i botten på bädden. Vatten leds nedåt i systemet tills det når den lägsta nivån och kopplas där till ledningsnät. Makadam vid dräneringsledningarnas utlopp motverkar erosion i växtbädden. Volymen mellan planteringsjordens yta och kantstenens topp är den tillgängliga magasinvolymen som behövs för att fördröja dagvattnet. Källa: WRS (2021-07-05).

4.3 Magasinsbehov

Magasinsbehovet för kapacitet att utjämna 20 mm nederbörd har beräknats för varje hus separat, se Tabell 5. För det västra huset krävs 6,7 m³ magasinvolym på taket och resterande 3,1 m³ magasinvolym i växtbäddarna för att utjämna 20 mm. För det östra huset krävs 6,7 m³ på taket och resterande 3,5 m³ i växtbäddarna. Med utformningen på de gröna taken enligt beskrivning i

avsnitt 4.1 ovan erhålls en tillräcklig magasinsvolym. För att växtbäddarna ska ha en tillräcklig magasinsvolym, och givet satt varje växtbäddsystem har en nedsänkt area på 12,3 m², så krävs ett djup på ca 21 cm för att klara utjämning i växtbäddarnas ytliga magasin. Eftersom dagvattensystemet behöver hantera allt vatten som faller direkt på anläggningen utöver det tillrinnande dagvattnet så sätts avrinningskoefficienterna för anläggningarna (de gröna taken och de terrasserade växtbäddarna) till 1.

Tabell 5. Erforderlig fördröjningsvolym utifrån planerad bebyggelse och 20 mm fördröjning.

Yta	A [m ²]	Φ [-]	Erforderlig magasinsvolym [m ³]
<i>Västra huset</i>			
Grönt tak	337	1	6,7
Takterrass	115	0,9	2,1
Uteplats	33	0,8	0,5
Terrasserade växtbäddar	25	1	0,5
Summa	509	0,96	9,8
<i>Östra huset</i>			
Grönt tak	337	1	6,7
Takterrass	137	0,9	2,5
Uteplats	30	0,8	0,5
Terrasserade växtbäddar	25	1	0,5
Summa	528	0,96	10,2

4.4 Beräknat flöde med åtgärdsförslag

Stockholm stads riktlinjer för dagvattenhantering anger som tidigare nämnt att vid ny- och större ombyggnation ska fastigheten klara att utjämna 20 mm nederbörd. Som beskrivs i Avsnitt 3.1 så bestäms dimensionerande flöden utifrån regnintensiteten, som i sin tur beror på återkomsttiden (här 10 år) och regnets dimensionerande varaktighet. För ett åtgärdsförslag som omhändertar dagvatten lokalt bestäms varaktigheten utifrån rinntiden (som tidigare 10 min) + fyllnadstiden för anläggningen. Fyllnadstiden är den tid som motsvarar det regndjup som ska omhändertas inom kvarteret. Vid ett 10-årsregn har det efter ca 15 min fallit 20 mm nederbörd, givet klimatfaktor 1,25, så fyllnadstiden sätts till 15 min. Således är den dimensionerande varaktigheten 25 min och den dimensionerande regnintensiteten 131 l/s, ha eller 163 l/s, ha inräknat klimatfaktor. Det dimensionerande flödet beräknas åter med rationella metoden, enligt Ekvation 1.

Efter införda åtgärder beräknas flödet trots allt öka från 9,4 l/s till 16,1 l/s, vilket motsvarar en ökning med ca 70 %.

Tabell 6. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter införda åtgärder.

	Area [m ²]	Reducerad area [m ²]	10-årsregn exkl. kf [l/s]	10-årsregn inkl. kf [l/s]
<i>Nuläge</i>				
Avrinning åt väster	509	173	3,9	4,9
Avrinning åt öster	528	158	3,6	4,5
Summa	1037	332	7,5	9,4
<i>Efter åtgärder</i>				
Avrinning åt väster	500	482	6,3	7,9
Avrinning åt öster	519	499	6,5	8,2
Summa	1019	981	12,8	16,1

4.5 Beräknad föroreningsbelastning med åtgärdsförslag

Beräkning av reningseffekten av åtgärdssystemen har gjorts i Stormtac (Stormtac, 2021). Markavändningskategorier bestämdes på samma sätt som för tidigare föroreningsberäkningar, med undantag för gröna tak modellerades som en egen markavändningskategori där avrinningskoefficienten 0,55 användes enligt rekommendation i Stormtac². Se ytterligare information om föroreningsbelastning i Bilaga 1. Föroreningsbelastning beräknades för tak och växtbäddar separat, för respektive hus, och adderades efteråt för att ge total belastning från hela utredningsområdet, och jämfördes med beräkningar för nutida föroreningsbelastning och efter exploatering utan åtgärd, se Tabell 7. Som tidigare presenteras föroreningsbelastningen som mängd ± osäkerhet, där osäkerheten baseras på studier av de olika föroreningsämnen, sammanvägda av Stormtac.

Tabell 7. Beräknad närings- och föroreningsbelastning (mängd ± osäkerhet) innan exploatering och efter exploatering med åtgärd, för båda husen tillsammans.

Ämnen	Nuläge	Efter exploatering	Efter reningsåtgärd
P [g/år]	48 ± 15	90 ± 28	68 ± 21
N [g/år]	300 ± 81	700 ± 210	970 ± 310
Pb [g/år]	1,2 ± 0,4	1,4 ± 0,5	0,32 ± 0,10
Cu [g/år]	2,6 ± 0,8	4,5 ± 1,4	3,7 ± 1,2
Zn [g/år]	5,3 ± 1,5	16 ± 4,7	5,8 ± 1,8
Cd [g/år]	0,06 ± 0,02	0,4 ± 0,1	0,03 ± 0,01
Cr [g/år]	0,7 ± 0,2	2,1 ± 0,7	0,92 ± 0,30
Ni [g/år]	0,5 ± 0,1	2,4 ± 0,7	0,83 ± 0,26
SS [g/år]	5100 ± 1400	13 000 ± 4100	5200 ± 1700

Resultaten från belastningsberäkningarna tyder på en ökning för flera ämnen, däribland fosfor, även efter reningsåtgärder men resultaten ligger inom felmarginalen för de flesta ämnen (ca 40 %). För bly och kadmium förväntas att belastningen minskar. Endast kväve kan sägas med

² Avrinningskoefficienten valdes utifrån anvisningar i Stormtacs guide-dokument för att motsvara gröna tak med substrattjocklek 40–60 mm.

säkerhet ökar även efter åtgärd, till stor del till följd av påverkan från de gröna taken. Enligt modelleringsprogrammet Stormtac så bidrar gröna tak med näringsämnen till dagvattnet. Ökningen av näringsämnen kan dock minimeras genom rätt skötsel av taken, till exempel genom att använda långtidsverkande inkapslad gödning vilket numera är branschstandard.

Trots att föroreningsmängderna kan öka för några ämnen efter åtgärd så medför föreslagen dagvattenhantering att 20 mm nederbörd fördröjs och renas inom utredningsområdet, vilket enligt Stockholm stads åtgärdsnivå för dagvatten motsvarar det behov som behöver uppfyllas för att inte riskera att försvåra möjligheterna att uppfylla miljökvalitetsnormerna för recipienten.

Observera att beräkningarna bygger på schabloner och det handlar om mycket små föroreningsmängder. Beräkningsresultatet bör användas som en fingervisning om att föroreningsbelastningen till recipienten riskerar att öka med en ändrad markanvändning. Det är svårt att på så liten yta motverka den ökade belastningen helt. Eftersom dagvattnet leds till det kombinerade avloppsledningsnätet så kommer vattnet att renas ytterligare i Henriksdals reningsverk.

4.6 Risk för hydraulisk instängda områden

Det är endast vid entréerna som det finns risk för att vatten blir stående. Genom att höjdsätta dessa ytor så att de lutar utåt mot vägen och mot kortsidorna/planteringarna kan risken för stående vatten och översvämningar minimeras.

5 Slutsatser

- Markanvändningen i området ändras från sluttande grönyta till två flerfamiljshus med tak, takterrasser och uteplatser/entréer. Det innebär större andel hårdgjorda ytor och en ökad dagvattenavrinning som behöver hanteras.
- Åtgärdsföreslagen i utredningen syftar till att följa Stockholm Vattens riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark genom att utjämna 20 mm nederbörd.
- Vi rekommenderar att dagvatten som genereras på takytorna hanteras genom att anlägga lämpligt utformade gröna tak som klarar av att fördröja 20 mm nederbörd.
- Vi rekommenderar att dagvatten från övriga ytor (takterrasser och uteplatser) hanteras i nedsänkta växtbäddar placerade på de smala obebyggda partierna längs husens kortsidor. Givet ett nedsänkt djup på minst 21 cm och föreslagna areor erhålls tillräckliga magasinvolymmer för att omhänderta 20 mm regn. Eftersom slänten är brant föreslås att växtbäddsystemen byggs upp i terrasser och att de utformas för att så långt som möjligt passa slänten.
- Föroreningsbelastningen från området är beräknad i Stormtac och baserad på schablonvärden för nio föroreningsämnen. För bly (Pb) och kadmium (Cd) beräknas föroreningsmängderna minska. För övriga ämnen tyder resultaten på en ökning, men eftersom ökningen låg inom felmarginalen kan ingen förändring säkerställas. Endast kväve kunde sägas öka även efter åtgärd. Enligt modelleringsprogrammet så bidrar gröna tak med föroreningar i form av näringsämnen och vissa metaller. Genom en skötsel som minimerar näringsläckage bedöms näringsämnena inte behöva öka från området trots användandet av gröna tak. Eftersom dagvattnet leds till avloppsledningsnätet kommer det även renas i reningsverket.

Referenser

- ITERIO AB, 2015. *PM Geoteknik Lundagatan*. Stockholm.
- SMHI VATTENWEBB, 2021. Vattenwebb Arkivversion: V-2021-03-23 [internet]. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/archive/V-2021-03-23/> [Hämtad 2021-6-29].
- STOCKHOLM STAD, 2016. *Dagvattenhantering, Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse*. Stockholm.
- STORMTAC, 2020. *Guide - Stormtac Web*. Stockholm.
- STORMTAC, 2021. StormTac Web v.20.2.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.
- VALL, E., FAGERBERG, J., THONGYING, T., THÖRNELÖF, S., MOHLANDER, U., KUSTVALL LARSSON, V., SÖDERSTRÖM, H., NITZELIUS, T., och AHLBERG, I., 2015. *Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*.
- VALL, E., MOHLANDER, U., KUSTVALL LARSSON, V., SKÖNSTRÖM, T., LJUNGQVIST, P., och STRAND, L., 2016. *Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*.
- VEG TECH, 2019. Sedumtak [internet]. Tillgängligt: <https://www.vegtech.se/sedumtak---gronatak/sedumtak/> [Hämtad 2019-12-5].
- VISS, 2021. Strömmen [internet]. Tillgängligt: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA79755821> [Hämtad 2021-6-29].

Bilaga 1. Föroreningsbelastning för åtgärdsförslag

Här sammanfattas beräkningarna av föroreningsbelastning efter implementering av åtgärdsförslag för planerad exploatering på Lundagatans slänt. Åtgärdsförslaget implementerades i Stormtac där belastningen beräknades. Förslaget bygger på att två separata system implementeras för varje hus (östra respektive västra huset). Gröna tak omhändertar allt dimensionerande dagvatten från takytorna på husen. Från övriga ytor (uteplatser och takterrasser) leds dagvatten till terrasserade nedsänkta växtbäddar på varje av husens kortsidor. Allt dagvatten kopplas slutligen till det befintliga kombinerade avloppsledningsnätet längs Nedre Lundagatan.

För takytorna antogs all yta kunna användas som gröna tak. Dagvattenhantering från gröna tak modellerades i Stormtac som en egen markanvändningskategori. Avrinningskoefficienten för justerades till 0,55 efter rekommendation i Stormtac för gröna tak med substrattjocklek 40-60 mm (Stormtac, 2020).

För växtbäddarna antogs 12,3 m² vara tillgängliga för åtgärd på varje sida av varje hus (vilket lämnar marginal åt exempelvis kantsten inom den tillgängliga arean). Växtbäddarna modellerades i Stormtac som ett åtgärdssystem för de ytor som inte skulle vara gröna tak.

Föroreningsbelastningen för gröna tak och växtbäddar beräknades separat, för respektive hus. Därefter summerades mängderna från båda taken, sedan mängderna från alla växtbäddarna, varpå den totala föroreningsbelastningen bestämdes.

I denna bilaga presenteras föroreningsbelastningen från respektive åtgärdsförslag och respektive hus (Tabell 8 och Tabell 9). Den sammanlagda belastningen från samtliga åtgärder redovisas i Tabell 7 i rapporten.

Föroreningsbelastning från takytor

Tabell 8. Föroreningsbelastning från gröna tak för västra respektive östra huset, samt båda husen tillsammans. Eftersom båda taken var identiska i dimensioneringen blev även föroreningsmängderna identiska för de båda husen.

Ämnen	P [g/år]	N [g/år]	Pb [g/år]	Cu [g/år]	Zn [g/år]	Cd [g/år]	Cr [g/år]	Ni [g/år]	SS [g/år]
<i>Belastning för ett hus (västra och östra husen identiska)</i>									
Föroreningsbelastning	32	450	0,12	1,7	2,7	0,0081	0,34	0,35	2100
Absolut osäkerhet (+/-)	9,9	140	0,035	0,52	0,8	0,0024	0,1	0,1	660
Relativ osäkerhet (%)	31	30	30	30	30	30	31	30	31
<i>Båda husen tillsammans</i>									
Föroreningsbelastning	64	900	0,24	3,4	5,4	0,016	0,68	0,7	4200
Absolut osäkerhet (+/-)	19,8	280	0,07	1,04	1,6	0,0048	0,2	0,2	1320
Relativ osäkerhet (%)	31	30	30	30	30	30	31	30	31

Föroreningsbelastning från takterrasser och entréytor

Tabell 9. Föroreningsbelastning från takterrasser och entréytor efter rening i terrasserade nedsänkta växtbäddar för västra respektive östra huset, samt båda husen tillsammans.

Ämnen	P [g/år]	N [g/år]	Pb [g/år]	Cu [g/år]	Zn [g/år]	Cd [g/år]	Cr [g/år]	Ni [g/år]	SS [g/år]
<i>Västra huset</i>									
Föroreningsbelastning	1,8	33	0,023	0,12	0,11	0,0052	0,092	0,005	330
Absolut osäkerhet (+/-)	0,79	14	0,01	0,05	0,049	0,0023	0,04	0,022	140
Relativ osäkerhet (%)	43	43	43	43	43	44	43	43	43
<i>Östra huset</i>									
Föroreningsbelastning	2,1	37	0,026	0,13	0,13	0,0061	0,1	0,057	370
Absolut osäkerhet (+/-)	0,9	16	0,011	0,056	0,056	0,0027	0,045	0,025	160
Relativ osäkerhet (%)	43	43	43	43	43	44	43	43	43
<i>Båda husen tillsammans</i>									
Föroreningsbelastning	3,9	70	0,049	0,25	0,24	0,011	0,19	0,11	700
Absolut osäkerhet (+/-)	1,7	30	0,021	0,11	0,11	0,005	0,085	0,047	300
Relativ osäkerhet (%)	43	43	43	43	43	44	43	43	43